心理学报 2018, Vol. 50, No.9, 965-974
Acta Psychologica Sinica DOI: 10.3724/SP.J.1041.2018.00965

内隐知识具有抽象性吗?——来自内隐序列学习迁移的证据*

戴 惠[1] 朱传林[2] 刘电芝[2]

([1]南京工业大学学生事务部, 南京 210000) ([2]苏州大学教育学院, 苏州 215000)

摘 要 内隐知识是否具有抽象和概括性, 已有研究有着不同的争议, 而迁移是检验习得知识是否具有抽象性的有效手段。探索 RSI 从 0 ms 至 1000 ms 中 5 种条件下内隐序列学习的迁移差异, 并试图证实随着 RSI 的变化, 迁移发生从无到有的变化, 以迁移来证明内隐知识的抽象性。结果发现: 随着 RSI 的增加, 迁移出现了从无到有的质变, 证明了内隐知识可具有抽象性; 内隐序列学习效应和转移组段的新异刺激效应共同促进了迁移的产生, 纯粹的内隐序列学习是产生迁移的必要非充分条件, 转移组段(新异刺激)则加速促进了内隐知识的学习; 本实验条件下产生的不可知但可迁移的内隐知识具有边缘意识特点。

关键词 内隐知识; 序列学习; 迁移; RSI; 边缘意识

分类号 B842

1 引言

在内隐学习早期研究中, Reber、Knowlton 等人认为内隐知识具有抽象和概括性(Knowlton & Squire, 1996; Reber, 1976), 但后续一些研究发现内隐学习获得的是片段知识, 不具有抽象性(Abrahamse & Verwey, 2008; Jiménez, Vaquero, & Lupiáñez, 2006; Schwarb & Schumacher, 2010)。迁移是指已学知识在不同的环境中仍然能得到有效提取利用, 或者已有知识促进类似新知识的学习和获取。Pothos 将迁移引入内隐学习领域, 并认为迁移是检验内隐学习知识是否具有抽象性的良好方式(Pothos, 2007)。内隐知识只有具有一定程度的抽象性, 才能发生迁移(Kuhn & Dienes, 2006; Reber, 1976)。

对内隐序列反应时任务中迁移的研究主要集中于近 15 年间, 研究成果大相径庭。Dienes 用一系列研究证实, 改变部分规则, 迁移能够有效发生(Dienes, Kuhn, Guo, & Jones, 2011; Dienes & Longuet-Higgins, 2004; Kuhn & Dienes, 2005; Huang, Dai, Ye, Zhu, Li, & Liu, 2017)。Rünger 等人探索了学习过的规则对全新规则的影响, 发现学习过规则的实验组对全新规则的意识程度比未学习过规则的实验组显著更高(Rünger & Frensch, 2008)。研究者使用新异刺激理论来解释这个结果, 即实验组中由于新规则的意外事件效应, 使得恒常刺激规则和新异刺激规则产生了对比, 促进了被试对新规则的意识程度。此研究中, 两个规则除了都是序列规则外, 没有任何相似之处, 所以其实验组对新规则的意识程度的提高, 并非学习本身的迁移。全新规则的应用只能探测新异刺激的效应, 不适合用于研究迁移效应。Tanaka 和 Watanabe 让所有被试学习某套序列规则, 然后分成三组, 分别学习完全镜像规则, 部分镜像规则和不重叠规则, 结果发现完全镜像规则组的习得量最高, 即迁移效果最好(Tanaka & Watanabe, 2014)。Tanaka 和

收稿日期: 2017-06-02
* 国家自然科学基金(31271084)、江苏高校哲学社会科学研究项目(2017SJBFDY366)、江苏省高校辅导员工作研究会专项(16FYHYB030)。
通信作者: 刘电芝, E-mail: dianzhiliu@foxmail.com

Watanabe 进一步探究了不同的学习时间(即学习的组段数量)对内隐规则学习是否有影响，结果发现通过短期学习即可发生镜像迁移(Tanaka & Watanabe, 2015)。

而另一些研究则表明内隐知识不具有抽象性，受到刺激形式、呈现方式、呈现时间等因素的制约，导致迁移无法发生(Abrahamse & Verwey, 2008; Jiménez et al., 2006; Schwarb & Schumacher, 2010)。Sanchez 等人认为未能检测到迁移的一个关键因素在于测量的敏感度，以往研究往往采用定性的迁移指标，因此无法定量检测到部分迁移(Sanchez, Yarnik, & Reber, 2015)。因此，他们用规则序列与随机序列正确率的差值作为学习量和迁移量的定量指标，再用迁移量与学习量的比值作为迁移程度的指标，然后在内隐序列学习的复杂变式(Serial Interception Sequence Learning Task，简称 SISL)中分别改变线索呈现时间和线索呈现方式，发现两组条件下都发生了部分迁移。Sanchez 等人的研究进一步指出，刺激表征与规则的绑定差异会导致迁移效应的差异，改变绑定效应强的刺激表征特征会妨碍迁移发生，但是改变绑定效应弱的刺激表征特征仍能发生部分迁移(Sanchez et al., 2015)。

上述研究得到相悖的结论，其原因可能有两个因素：一方面，以往研究使用的迁移指标不纯粹。最初研究多采用新异组块与前后两个规则组块平均反应时之差作为内隐学习量(D'Angelo, Milliken, Jiménez, & Lupiáñez, 2013; Frensch & Miner, 1994; Fu, Bin, Dienes, Fu, & Gao, 2013)，而后一些研究陆续证明，新异刺激会促进内隐学习和意识程度，在分析内隐学习量和迁移量以及两者的关系时须考虑此因素(Rünger, 2012; Rünger & Frensch, 2008; 张剑心，武燕，陈心韵，刘电芝，2014) 。鉴于此，有些研究尝试将第一组段和新异刺激前的组段的平均反应时做比较来衡量被试的内隐学习效果(Norman, Price, Duff, & Mentzoni, 2007; 张剑心等, 2014)，但其中不可避免的受到了练习效应和疲劳效应的影响。因此，本研究在表征质量和新异刺激理论研究基础上，改进前人分析路径，打破了惯用分析模式，分离出了表征质量内隐学习量(RT8-RT7)和受新异刺激影响的学习量(RT8-RT9)，表征质量内隐迁移量(RT15-RT14)和受新异刺激影响的迁移量(RT15-RT16)，并考察它们与迁移的关系，试图得到发生迁移的 RSI 区间，并探究在不同的 RSI 情况下发生迁移的条件，与此同时，通过设置匹配的控制组尽可能地排除了练习效应和疲劳效应的干扰。

另一方面，以往研究大多忽略了一个影响内隐学习的重要因素——RSI，即反应与下一个刺激出现之间的时间间隔。内隐认知是一个渐进的意识加工过程，意识性成分的贡献随着学习的推进而发生变化(张润来，刘电芝，2014; Norman et al., 2007; Kuhn & Dienes, 2006)，而在这个渐进过程中，RSI 是一个影响意识和无意识成分变化的关键因素。例如，Destrebecqz 和 Cleeremans 的研究表明，随着 RSI 的增加(0 ms、250 ms、1500 ms)，意识成分对内隐学习的贡献不断增加(Destrebecqz & Cleeremans, 2001)。当 RSI 为 1500 ms 时，被试的无意识学习已经完全转化成意识性学习。Cleeremans 认为随着 RSI 增加，加工时间增加，内隐序列规则的表征质量会逐渐提高，导致意识程度增加(French & Cleeremans, 2002)。陈寒采用 PDP (Process Dissociation Procedure, PDP)加工分离程序分别计算了 0~1500 ms 的意识−无意识加工的贡献率，发现随着 RSI 的增加由无意识加工占主导逐渐过渡到由意识加工占主导(陈寒，杨治良，韩玉昌，曾玉君，2009)。张剑心等人考察了高低情感开放性者在不同 RSI 条件 (0 ms、250 ms、500 ms、750 ms 和 1000 ms)下学习主序列和非主序列的复杂概率内隐序列的区别，发现随着 RSI 的增加，高低情感开放性者对非主序列的学习/包容程度都能增加，表明 RSI 不但影响意识程度，还影响内隐学习加工过程本身(张剑心等，2014)。在前人研究中相同固定的 RSI 条件下，有些实验中知识可迁移(Tanaka & Watanabe, 2015; Kuhn & Dienes, 2005)，有些则不能 (Abrahamse & Verwey, 2008; Schwarb & Schumacher, 2010)，其中很重要的原因可能是由于在不同的实验状态下，被试、具体实验材料、实验程序等不一致，导致被试的意识程度和学习水平是不一样的。因此，前人在运用序列反应时任务研究内隐知识的迁移时缺乏同一条件下 RSI 设置的比较。其次，前人研究中即便有考虑到 RSI，也对 RSI 设置有限(Destrebecqz & Cleeremans, 2001; Norman et al., 2007; 陈寒 等, 2009)，且未有应用于迁移的研究中，难以细致揭示 RSI 对内隐学习、迁移的不同影响。由于 RSI 为影响意识程度和内隐学习的重要因素，因此，在同一实验条件下，通过对 RSI 的细分操纵，考察其对知识的学习程度，即对内隐学习迁移效果的影响，进而验证内隐知识是否具有抽

象性。

此外, 以往文献还表明, 在内隐学习过程中可能会出现边缘意识(Norman, Price, & Duff, 2006; Norman et al., 2007; Norman, 2010)。边缘意识是指由特定知识经验所引起的一类可被主体意识到的体验情感, 而这些特定的知识本身却不能进入意识层面。在边缘意识状态下的知识既具有认知的灵活性, 又具有内容的不可知性(James, 2010; Price, 2002)。Norman 采用改进的序列反应时任务考察了序列学习中的边缘意识结果表明学习任务中, 被试表达出对习得序列片段的可靠熟悉感, 或是对后续序列位置的期待感, 同时又不知道序列规则的存在, 从而证明边缘意识的存在(Norman et al., 2007)。Dienes 等人采用人工语法学习范式提出了判断知识和结构知识, 并认为判断知识是意识性的, 而结构知识是无意识的, 研究结果表明学习结果是两者的混合体, 并称为"直觉知识", 这种直觉知识也符合边缘意识的定义。边缘意识揭示的意义在于, 内隐学习的过程中存在边缘意识这种中间状态。如果对这一过程进行不同视角的检测, 也许可以发现更多的符合边缘意识定义的不同程度的中间意识状态, 从而细化、拓展对边缘意识的认识。由此本研究假设: 随着 RSI 的增加, 随着刺激表征质量的提高, 内隐知识的迁移情况发生变化, 由不可迁转为受新异刺激后可迁移, 再转为稳定的迁移; 在较长 RSI 条件下获得的内隐知识不可口语报告但可产生迁移, 此时获得的内隐知识未进入意识层面但具有认知灵活性的边缘意识特点。

2　方法

2.1　被试

本实验由实验组和控制组组成。实验组随机选取在校大学生 130 人, 分为 5 组, 书面报告显示, 所有被试均未发现规则, 因数据记录有误, 删除无效被试 6 人, 共收集实验组有效数据 124 人, 其中, 男性 57 名, 女性 67 名, 平均年龄 21.71 ± 2.35 岁; 控制组由 75 名大学生组成, 其中, 男性 40 名, 女性 35 名, 平均年龄 22.85 ± 1.72 岁。被试均为右利手, 视力或矫正视力正常, 身体健康无疾病, 且自愿参加实验, 实验结束后获得相应的报酬。实验组有效被试分组如表 1 所示。

2.2　实验任务与材料

采用内隐序列学习范式, 要求被试对出现在屏幕上的黑色圆点尽快尽准按键。反应刺激间隔(RSI)为 0 ms、250 ms、500 ms、750 ms、1000 ms。学习阶段的刺激参照按照 Destrebecqz 等人的研究(Destrebecqz & Cleeremans, 2001), 序列规则出现在 4 个象限之一, 出现的位置顺序符合 SOC1: 342312143241。刺激的位置及按键的示意图如图 1 所示。分为 4 个象限, 每个象限对应一个按键。迁移阶段规则出现变化, 规则为 SOC2:413423214312, 这是由原规则旋转一个象限得到的, 所谓同形异构。

表 1　不同 RSI 实验被试分布情况

组别	0 ms	250 ms	500 ms	750 ms	1000 ms	共计
实验组	26	22	26	24	26	124
控制组			25	24	26	75

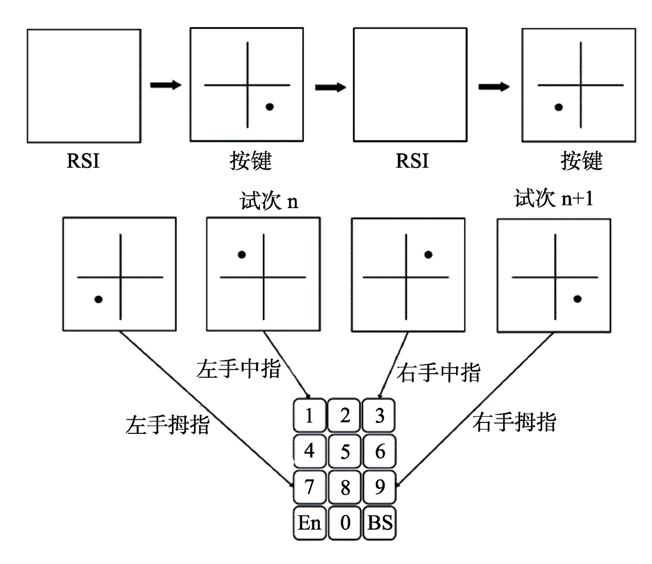


图 1　学习阶段刺激位置及按键

采用清华同方电脑 17 寸 CRT 显示器, 分辨率为 1280×1024 像素, 刷新频率为 75 Hz, 程序用 Eprime 2.0 编写。

2.3　实验设计与程序

2.3.1　实验设计

实验组采用单因素(5 个 RSI: 0 ms、250 ms、500 ms、750 ms、1000 ms)的实验设计。其中 RSI 是被试间变量。每个 RSI 由学习阶段 10 个组段和迁移阶段 6 个组段组成。每个组段的刺激呈现顺序遵循 SOC 规则。

实验组采用迁移, 并通过规则的改变来构成迁移。学习阶段与迁移阶段的规则采用经典的 SOC 规则。SOC1 规则为: 342312143241, SOC2 规则为: 413423214312, 这是由原规则旋转一个象限得到的, 两者都是遵从前两个刺激位置决定第三个刺激位置的高阶规则, 这两个序列中的位置频率、成对位

置间的转换频率、位置倒转频率和可能出现的所有位置的平均数都是一致的。

2.3.2 实验程序

本实验分两步：首先是考察 RSI 不同是否会产生迁移的变化，然后对产生迁移的实验组设立相应的控制组，进一步证实迁移确实来自于第一阶段 SOC1 规则的学习。

实验进程是先进行 24 个试次的随机位置按键练习。参照经典的 Norman(2007)的实验程序，学习阶段共 10 个组段，每个组段 96 试次，共 960 个试次，1~7 是学习组段，每个学习组段中 SOC1 序列循环 7 次，在每一组段中插入一个随机序列。组段 8 为随机序列组成的转移组段。组段 9、10 为回归组段，仍然是 SOC1 序列。每个组段之间至少会有 15 s 的休息时间，之后被试按任意键继续，直到反应结束。实验记录反应时和正确率。

通过前期预实验，迁移阶段设 6 个组段(即组段 11~16)，每个组段 96 试次，共 576 个试次。其中组段 11~14 为迁移序列 SOC2。组段 15 为随机序列组成的转移组段。组段 16 仍为回归组段即 SOC2 序列。每个组段之间也至少有 15s 的休息时间。同样记录反应时和正确率。在被试完成实验之后，需要填写问卷，由 3 个问题组成：1)你认为下一个目标位置的出现是由什么决定的？2)用自己的话来描述目标移动的规则？3)你是什么时候发现目标的？以考察被试的学习是否外显。三个问题均为开放式问题，被试如果没有发现规律或者发现错误规律则认为其学习内隐学习，则进入统计处理数据。

控制组的程序同相应实验组的迁移阶段。

2.4 数据分析

参考 Weiermann 的标准(Weiermann, Cock, & Meier, 2010)，剔除错误率超过 10%的被试，将每个被试的错误反应、反应时低于 100 ms 或高于 1000 ms 的数据剔除。对于实验组中的被试，将每个组段中的 12 个随机试次也剔除。口语报告显示，所有被试均不能将隐含的序列规则准确的描述出来，因而都在内隐序列学习范畴内。运用 SPSS 16.0 对数据进行统计分析。

本研究中内隐学习量采用两种指标：(1)纯粹学习量：组段 8 与 7 的差异量，即 RT8-RT7。即前 7 个组块纯粹序列学习后的学习量。(2)受新异刺激影响的学习量：转移组段 8 与其后一组段(组段 9)的平均反应时差异量，即 RT8-RT9，此指标含有转移组段的新异刺激效应产生的效果。

迁移量同样采用两种指标：(1)纯粹迁移量：组段 14 与 15 的差异量，即 RT15-RT14。(2)受新异刺激影响的迁移量：转移组段 15 与其后一组段(组段 16)的平均反应时差异量，即 RT15-RT16，此指标含有转移组段的新异刺激效应产生的效果。

3 结果

3.1 短 RSI (0 ms、250 ms)实验组的内隐学习和迁移结果

对于纯粹学习量(RT8-RT7)，如果第 7 组块反应时显著快于第 8 组块(随机组块)反应时，表明产生了内隐学习效应。分别对 0 ms、250 ms 实验组的学习阶段第 7 和 8 组块反应时做配对样本 t 检验，$t_0(25) = 4.28$, $p < 0.001$, *Cohen's d* = 0.65; $t_{250}(21) = 3.94$, $p < 0.01$, *Cohen's d* = 0.65。实验组的组块 7 反应时均显著快于组块 8 反应时，表明被试已经产生内隐学习效应。

对于受新异刺激影响的内隐学习量(RT8-RT9)，如果第 9 组块反应时显著快于第 8 组块(随机组块)反应时，表明产生了包含新异刺激效应的内隐学习效应。分别对两种 RSI 条件实验组的学习阶段转移组块 8 与 9 的平均反应时配对样本 t 检验，$t_0(25) = 6.64$, $p < 0.001$, *Cohen's d* = 0.80; $t_{250}(21) = 2.81$, $p < 0.05$, *Cohen's d* = 0.53。实验组的组块 9 反应时均显著快于组块 8 反应时，表明新异刺激后也显现出内隐序列学习效应。

从图 2 可以看出，迁移阶段由于规则改变，被试的平均反应时上升，之后趋于平缓。分别对两种 RSI 的转移组段 15(随机组段)与组段 14 的平均值做配对样本 t 检验，结果显示 $t_0(25) = 0.63$, $p > 0.05$, *Cohen's d* = 0.13; $t_{250}(21) = 1.97$, $p > 0.05$, *Cohen's d* = 0.34。分别对两种 RSI 的转移组段 15 与组段 16 的平均值做配对样本 t 检验，结果显示当 RSI = 0 ms 时，实验组的组块 16 和组块 15 反应时差异不显著，当 RSI = 250 ms 时，实验组的组块 16 反应时均显著快于组块 15 反应时，$t_0(25) = 1.76$, $p > 0.05$, *Cohen's d* = 0.33; $t_{250}(21) = 2.86$, $p < 0.05$, *Cohen's d* = 0.53。表明当 RSI = 0 ms 时，被试在学习阶段习得的规则并没有迁移至后面的迁移阶段中，即没有发生迁移。但当 RSI = 250 ms 时，转移组段出现之前未发生迁移，而在转移组段出现后迁移产生了，表明在 250 ms 时，在新异刺激的作用下，迁移产生了。

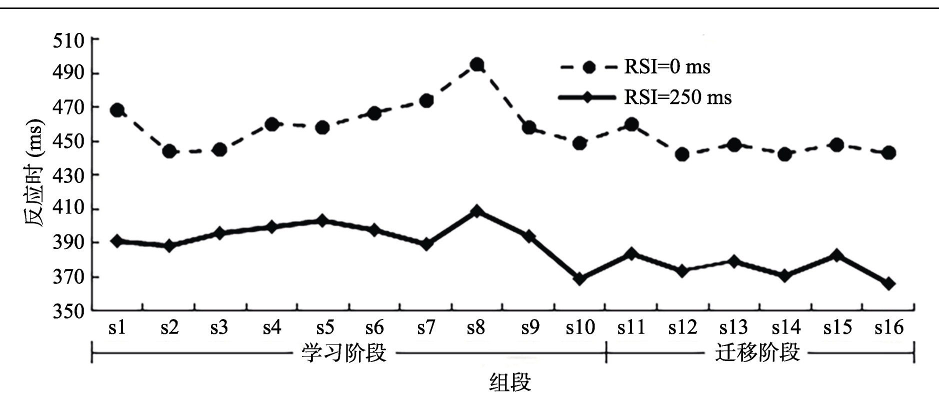


图 2　RSI = 0 ms、250 ms 各组段反应时变化曲线图

3.2　实验组三种较长的 RSI = 500 ms、750 ms、1000 ms 的内隐习得及迁移结果

对于纯粹学习量(RT8-RT7), 分别对 500 ms、750 ms、1000 ms 中组段 8 和 7 做配对样本 *t* 检验, 发现在三种情况下, 转移组段 8(随机序列)的平均反应时显著高于组段 7($t_{500}(25) = 2.88$, $p < 0.05$, *Cohen's d* = 0.50; $t_{750}(23) = 2.96$, $p < 0.01$, *Cohen's d* = 0.53; $t_{1000}(25) = 3.80$, $p < 0.001$, *Cohen's d* = 0.61), 说明被试已经产生内隐学习效应。对于受新异刺激影响的学习量(RT8-RT9), 分别对三个实验组的组段 8 和 9 做配对样本 T 检验, 发现转移组段 8(随机序列)的平均反应时显著高于组段 9($t_{500}(25) = 5.47$, $p < 0.001$, *Cohen's d* = 0.74; $t_{750}(23) = 3.75$, $p < 0.001$, *Cohen's d* = 0.62; $t_{1000}(25) = 4.45$, $p < 0.001$), *Cohen's d* = 0.66, 结合图 3, 可见新异刺激后出现更强的出内隐序列学习效应。

根据所设立的两种迁移指标, 分别对 500 ms、750 ms、1000 ms 三种情况下迁移组段进行分析, 发现不论是在转移组段前($t_{500}(25) = 3.01$, $p < 0.01$, *Cohen's d* = 0.52; $t_{750}(23) = 3.04$, $p < 0.01$, *Cohen's d* = 0.55; $t_{1000}(25) = 5.23$, $p < 0.001$, *Cohen's d* = 0.72)还是转移组段后($t_{500}(25) = 3.11$, $p < 0.01$, *Cohen's d* = 0.53; $t_{750}(23) = 5.33$, $p < 0.001$, Cohen's d = 0.74; $t_{1000}(25) = 5.32$, $p < 0.001$, *Cohen's d* = 0.73), 都发现了迁移效应, 说明被试在学习阶段习得的规则迁移到了迁移阶段的学习之中。

3.3　RSI = 500 ms、750 ms、1000 ms 的控制组实验结果

在实验组中, 在一些情况下检测到了内隐序列学习的迁移, 有可能是由于: 即使没有学习阶段 SOC1 规则的学习, 被试只学习 6 组段(包括转移组段)的 SOC2 就能发生有效的内隐学习, 而实验组在此时检测到的迁移只不过是 SOC2 自身的内隐学习而已。因此, 我们选取检测到迁移且迁移效果较好的 RSI = 500 ms、750 ms、1000 ms 三组, 设立只接受迁移阶段训练的控制组, 进一步来排除这一可能性。三组各自的关键组块平均反应时(配对样本 *t* 检验)结果见表 2。

由表 2 结果可见, 无论使用纯粹迁移量还是受新异刺激的迁移量, 控制组均未出现显著的内隐学习效应, 说明 6 个组块的训练量不足以产生有效的内隐学习。因此, RSI = 500 ms、750 ms、1000 ms 实验组显著的迁移效应应该是 SOC1 学习对 SOC2 学习的迁移, 而不是单纯的 SOC2 学习效应。

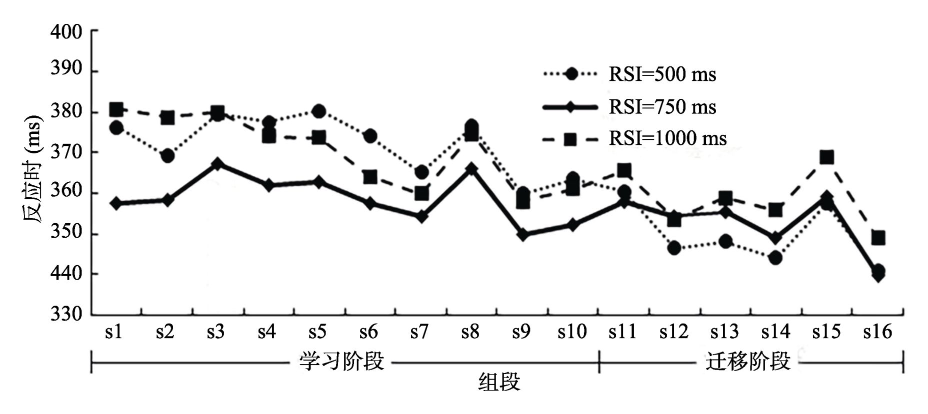


图 3　RSI = 500 ms、750 ms、1000 ms 各组段反应时变化曲线图

表 2 RSI = 500 ms、750 ms、1000 ms 控制组数据

RSI	Block contrast	*t*	*df*	*p*	*Cohen's d*
RSI = 500 ms	B5-B4	0.91	24	0.37	0.18
	B5-B6	1.94	24	0.66	0.36
RSI = 750 ms	B5-B4	0.20	23	0.84	0.04
	B5-B6	1.67	23	0.11	0.32
RSI = 1000 ms	B5-B4	0.09	25	0.93	0.02
	B5-B6	1.12	25	0.27	0.22

3.4 不同 RSI 学习量和迁移量的差异比较

依据 Sanchez, Yarnik, Reber 的观点(Sanchez et al., 2015), 本研究计算了不同 RSI 条件下内隐学习和迁移的量化指标。图 4 表明, 不同 RSI 学习量、迁移量均有差异。进一步的量化分析及多重比较见表 3。

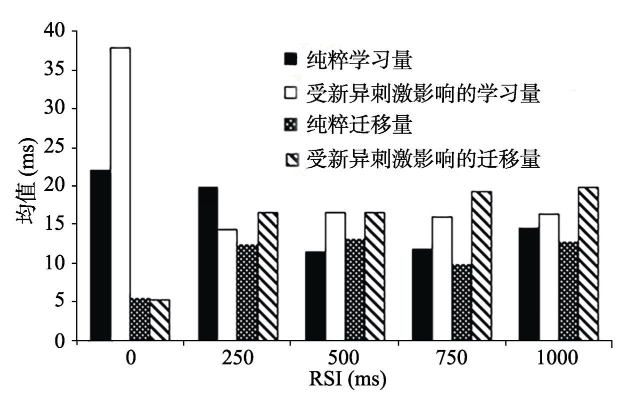


图 4 不同 RSI 学习量、迁移量条形图

不同 RSI 实验组均显现内隐学习效应。对不同 RSI 实验组的纯粹学习量和受新异刺激影响的学习量做 5(组别)×2(指标)重复测量方差分析, 发现交互作用不显著, RSI 主效应显著, 对不同 RSI 分组的纯粹学习量做单因素方差分析, 发现差异不显著 ($p > 0.05$), 而对不同 RSI 分组受新异刺激影响的学习量做单因素方差分析, 差异显著, $F(4, 123) = 5.71$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.87$。进一步 LSD 差异检验经 Bonferroni Correction 校正后, 结果显示 RSI = 0 ms 时, 受新异刺激影响的学习量显著大于其他分组 ($p < 0.05$), 而其他 RSI 分组之间差异并不显著。说明, 当 RSI 为 0 时, 受新异刺激影响的内隐学习量达到最大, 且新异刺激对内隐学习的促进作用此时也最为明显。

对不同RSI之间的纯粹迁移量和受新异刺激影响下的迁移量进行单因素方差分析, 发现差异不显著($p > 0.05$)。但为了进一步揭示在不同 RSI 情况下的差异, 因此进一步 LSD 差异检验经 Bonferroni Correction 校正后, 结果显示 RSI = 0 ms 情况下受新异刺激影响的迁移量显著小于 RSI 为 750 ms 和 1000 ms 两个分组($p < 0.05$), 而其他 RSI 分组之间差异并不显著。

从图中, 也可以看出, 在迁移阶段, 受新异刺激影响下, 各 RSI 情况下的迁移量均有所增加, 尤其是在 RSI 较短组中尤为明显, 前面结果分析中曾指出, 在 RSI 为 0 ms 时, 新异刺激前后均未表现出迁移效应, 而在 RSI 为 250 ms 时, 在新异刺激后才表现出迁移效应, 说明新异刺激对内隐学习的迁移有一定的促进作用, 只是在某些情况下还不足以表现出来。

4 讨论

4.1 随 RSI 增加, 迁移发生从无到有的变化, 内隐知识逐渐具有抽象性。

对于内隐学习能否迁移, 前人采用不同的研究范式得到了不同的结果(Abrahamse & Verwey, 2008; Jiménez et al., 2006; Sanchez et al., 2015; Tanaka & Watanabe, 2014)。本研究发现随着 RSI 增加, 内隐序列学习的迁移发生了由无到有的变化。本研究迁移阶段学习规则与原规则虽然本身截然不同, 但都必须遵循同样的高阶规则, RSI 的增加, 为获得抽象的高阶规则创造了条件, 从而促进了迁移。当 RSI = 0 ms 内隐知识不能发生迁移, 当 RSI = 250 ms 时, 发生弱迁移, 即表现在新异刺激影响下出现迁移现象。当 RSI = 500 ms、750 ms、1000 ms 时, 发生了迁移。之所以 RSI 条件影响迁移效应, 很可能源于前人所提及的内隐序列学习表征质量和意识程度随 RSI 增加而逐渐提高的原因

表 3 不同 RSI 内隐学习量和迁移量的数据比较[*M* (*SD*)]

学习量和迁移量	RSI				
	0 ms	250 ms	500 ms	750 ms	1000 ms
纯粹学习量(RT8-RT7)	21.95 (5.12)	19.90 (5.05)	11.37 (3.94)	11.74 (2.11)	14.60 (3.83)
受新异刺激影响的学习量(RT8-RT9)	37.93 (5.71)	14.36 (5.11)	16.57 (3.03)	16.02 (2.74)	16.43 (3.70)
纯粹迁移量(RT15-RT14)	5.63 (8.91)	12.42 (6.29)	13.23 (4.40)	10.01 (4.81)	12.83 (2.45)
受新异刺激影响的迁移量(RT15-RT16)	5.29 (3.01)	16.63 (5.81)	16.52 (5.31)	19.35 (4.35)	19.84 (3.72)

(Destrebecqz & Cleeremans, 2001; Kuhn & Dienes, 2006): 在短 RSI 条件下(0 ms 和 250 ms), 内隐知识的表征质量和抽象性较低, 导致迁移困难; 而在较长与长 RSI 条件下(500 ms、750 ms 和 1000 ms), 内隐知识的表征质量和抽象性得以显著提高, 至某一节点(本研究条件下为 500 ms)内隐知识具备了获得迁移的抽象性特点, 从而迁移发生。

本研究的实验结果证实了 Mathews 提出的最佳学习效果来自意识和无意识成分的交互作用的观点(Mathews et al., 1989)。内隐认知是一个渐进的意识加工过程, 意识性成分的贡献随着学习的推进而发生变化(张润来, 刘电芝, 2014; Norman et al., 2007; Kuhn & Dienes, 2006), 而在这个渐进过程中, RSI 是一个影响意识和无意识成分变化的关键因素。Destrebecqz 等人在实验中也发现 RSI = 0 ms 时, 缺乏序列的外显知识, 序列学习是内隐的, 而在其他 RSI 较大的情况下, 序列学习存在外显的成分(French & Cleeremans, 2002)。本研究发现, 仅在 RSI = 0 ms 情况下未出现迁移, 其他情况均发现迁移现象, 可能是由于随着 RSI 的增加, 意识成分和无意识成分的贡献程度随着学习进程不断发生变化, 迁移的产生可能是由于两者的协同, 虽然不可口语报告出具体规则, 但此时的内隐知识却同时具有抽象、概括、灵活、可用等特点。

4.2　内隐序列学习是产生迁移的必要非充分条件

本研究结果证实, 在 5 种 RSI 情况下, 被试均产生了内隐学习, 表现为在学习 7 个组段的纯粹学习量上的反应时显著下降, 但在 0 ms 时未产生迁移, 其他情况均有迁移效应产生。且在控制组实验中, 控制组因为没有经过前期的内隐序列学习, 因而和实验组的结果相去甚远。因此推断, 纯粹的内隐序列学习是产生迁移的必要非充分条件, 即迁移的发生以内隐序列学习为基础, 但内隐序列学习不一定产生迁移。

且本研究发现, 在 RSI = 0 ms 时, 不论是纯粹学习量还是受新异刺激影响的学习量都处于 5 种情况下的最高水平, 尤其是受新异刺激影响的学习量显著大于其他分组, 而此时, 却是 5 种情况下唯一未检测到迁移的情况, 说明内隐序列学习是迁移的基础, 但内隐学习量并不是迁移发生的充分条件。可推论在 RSI = 0 ms 时, 迁移未发生可能是由于以下两种原因: (1)迁移是检验内隐学习获得的知识是否具有抽象性的一种很好的指标。迁移需要对所学知识进行高度的抽象和概括(Pothos, 2007), 而在 RSI = 0 ms 时, 高强度的刺激−反应, 中间完全无间隔, 耗费过多的心理资源, 缺乏瞬间抽象需要的足够时间与能量, 很难抽象出规则; (2)郭秀艳、杨治良等人用实验证实在学习过程中, 内隐学习和外显学习相互作用, 时而相互促进, 时而相互冲突(郭秀艳, 杨治良, 2002)。本研究推论, 迁移需要内隐学习和外显学习达到一定的配比并协同作用, 而 RSI = 0 ms 时, 内隐学习占绝对主导, 因而难以迁移。具体是以上哪种原因导致 RSI = 0 ms 未产生迁移, 仍需后续进一步研究。

4.3　转移组段新异刺激促进内隐知识的学习及迁移

已有研究多采用经典的转移组段与其前后组段平均反应时之差作为内隐学习量的指标(D′Angelo et al., 2013; Fu et al., 2013; Fu, Dienes, & Fu, 2010)。但转移组段作为新异刺激, 能够影响主序列的内隐学习量和意识程度, 该指标并不能反映出纯粹的内隐学习量(黄建平, 张剑心, 刘电芝, 2015; 张剑心等, 2014)。因此, 本研究采用两种学习量, 即纯粹学习量和受新异刺激影响的学习量, 来测量被试内隐学习程度, 采用两种迁移量, 即纯粹迁移量和受新异刺激影响的迁移量, 来测量被试迁移程度。

如图 5 所示, 5 个 RSI 情况下, 受新异刺激影响的学习量均大于纯粹学习量(RSI = 250 ms 时除外, 在此情况下两者差异并不显著), 受新异刺激影响的迁移量均大于纯粹迁移量。尤其在 RSI 较短的情况下, 在 RSI = 0 ms 时, 受新异刺激影响的学习量显著大于其他分组, 在 RSI = 250 ms 时, 转移组段之前, 并未发现迁移, 但在新异刺激后就出现了迁移效应。据此, 我们推断, 新异刺激确实能够对内隐学习及迁移产生影响, 究其深层原因可能是新异刺激加速促进了内隐学习, 促进了内隐成分和外显成分达到一定配比并协同的边缘意识状态, 从而达到了迁移的效果。这与已有研究一致(D'Angelo et al., 2013; Fu et al., 2010)。本研究中还发现这种影响在 RSI 较小时作用更为明显。造成这种情况可能是由于新异刺激对内隐学习的促进作用更大, 当 RSI 越小, 内隐学习越纯粹, 越接近完全内隐, 更容易受到新异刺激加速学习的影响, 而随着 RSI 的逐渐增大, 外显成分越多, 新意刺激的促进会越小。

4.4　具有认知灵活性却未能进入意识层面的边缘意识的发现

本研究采用了旋转一个象限的近迁移(同形异

构)作为新的衡量指标，可能揭示出新的介于完全内隐和口语报告之间的边缘意识：即在内隐学习下发生了迁移，此时被试处于完全意识和完全无意识之间的中间意识状态，即边缘意识。

Norman 等人在以往研究中也发现过边缘意识的存在(Norman et al., 2006; Norman et al., 2007; Rünger & Frensch, 2010)。并指出，由于边缘意识很难归结为纯粹的内隐或外显，处于边缘意识状态的知识不仅具有与意识状态一样的认知灵活性和相关意识性体验，同时还具有和无意识状态一致的知识来源的主观不可知性，因而以意识程度而言，应该是处于完全意识和完全无意识的中间状态(Norman, 2010)。

本研究采用迁移作为衡量内隐抽象规则掌握的指标。与 Norman 等人(2007)采用的旋转排除任务指标比较，本研究采用迁移作为任务指标，原规则和迁移规则虽遵循同样的高阶规则，但具体规则本身截然不同，因此，被试需要具备更高意识程度的边缘意识才可能实现迁移，对被试提出更高要求和挑战。据此推测，本研究中产生的边缘意识是一种新的边缘意识——即能够近迁移但不能口语报告出来，并与 Norman 等人(2007)所发现的边缘意识有本质差异。在本研究中的边缘意识状态下，无意识和意识成分的组合模式和协同工作模式是怎样的，边缘意识对迁移产生有何作用，如何作用尚无法证明，有待进一步的行为实验或脑机制研究，如考察被试脑区的激活及 P3 的波幅来确定。

5 结论

本研究通过设置不同RSI条件探索考察内隐知识的抽象性及其迁移效应，发现：

(1) RSI 是影响迁移能否发生的重要因素。随着 RSI 的增加，迁移出现了从无到有的变化。随着 RSI 的增加，内隐知识可成为能迁移的抽象知识。

(2) 内隐序列学习效应和转移组段的新异刺激效应共同促进迁移的产生。纯粹的内隐序列学习是产生迁移的必要非充分条件，转移组段(新异刺激)则加速促进了内隐知识的学习，特别是在 RSI 较小时(当 RSI = 0 ms)作用更为明显。

(3) 揭示了具有认知灵活性却未能进入意识层面的新的边缘意识。在本实验条件下，内隐序列学习获得的迁移知识，是一种不可口语报告，具有规则结构的不可知性但又可以产生近迁移的边缘知识。

参 考 文 献

Abrahamse, E, L., & Verwey, W, B. (2008). Context dependent learning in the serial RT task. *Psychological Research, 72*(4), 397–404.

Chen, H., Yang, Z. L., Han, Y. C., & Zeng, Y. J. (2009). A review of researches on the consciousness of implicit learning. *Psychological Science,* 32(4), 891−893.

[陈寒，杨治良，韩玉昌，曾玉君. (2009). 内隐学习的意识性研究述评. *心理科学, 32*(4), 891–893.]

D'Angelo, M, C., Milliken, B., Jiménez, L., & Lupiáñez, J. (2013). Implementing flexibility in automaticity: Evidence from context-specific implicit sequence learning. *Consciousness and Cognition, 22*(1), 64–81.

Destrebecqz, A., & Cleeremans, A. (2001). Can sequence learning be implicit? New evidence with the process dissociation procedure. *Psychonomic Bulletin & Review, 8*(2), 343–350.

Dienes, Z., Kuhn, G., Guo, X., & Jones, C. (2011). Communicating structure, affect, and movement. In P. Rebuschat, M. Rohmeier, J. A. Hawkins, & I. Cross(Eds.), *Language and music as cognitive systems* (pp. 156–169). Oxford University Press.

Dienes, Z., & Longuet-Higgins, C. (2004). Can musical transformations be implicitly learned? *Cognitive Science, 28*(4), 531–558.

French, R. M., & Cleeremans, A. (2002). *Implicit learning and consciousness: An empirical, philosophical, and computational consensus in the making* (pp.160–170). Psychology Press.

Frensch, P. A., & Miner, C. S. (1994). Effects of presentation rate and individual differences in short-term memory capacity on an indirect measure of serial learning. *Memory & Cognition, 22*(1), 95–110.

Fu, Q., Bin, G., Dienes, Z., Fu, X., & Gao, X. (2013). Learning without consciously knowing: Evidence from event-related potentials in sequence learning. *Consciousness and Cognition, 22*(1), 22–34.

Fu, Q., Dienes, Z., & Fu, X. (2010). Can unconscious knowledge allow control in sequence learning? *Consciousness and Cognition, 19*(1), 462–474.

Guo, X. Y., & Yang, Z. L. (2002). The research history of implicit learning. *Psychological Development and Education, 18*(3), 85–90.

[郭秀艳，杨治良. (2002). 内隐学习的研究历程. *心理发展与教育, 18*(3), 85–90.]

Huang, J., Dai, H., Ye, J., Zhu, C., Li, Y., & Liu, D. (2017). Impact of response stimulus interval on transfer of non-local dependent rules in implicit learning: An ERP investigation. *Frontiers in Psychology, 8*, 2107.

Huang, J. P., Zhang, J. X., & Liu D, Z. (2015). The inlfuence of transfer chuck number and position on implicit sequence learning. *Journal of Psychological Science, 38*(6), 1326–1333.

[黄建平，张剑心，刘电芝. (2015). 内隐序列学习中转移组块的数量和位置效应. *心理科学, 38*(6), 1326–1333.]

James, W. (2010). The principles of psychology, Vol I. In *Dover books on philosophy & psychology.* Mineola, New

York: Dover Publications.

Jiménez, L., Vaquero, J. M., & Lupiáñez, J. (2006). Qualitative differences between implicit and explicit sequence learning. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition, 32*(3), 475–490.

Knowlton, B. J., & Squire, L. R. (1996). Artificial grammar learning depends on implicit acquisition of both abstract and exemplar-specific information. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn, 22*(1), 169–181.

Kuhn, G., & Dienes, Z. (2005). Implicit learning of nonlocal musical rules: Implicitly learning more than chunks. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn., 31*(6), 1417–1432.

Kuhn, G., & Dienes, Z. (2006). Differences in the types of musical regularity learnt in incidental- and intentional-learning conditions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*(10), 1725–1744.

Mathews, R. C., Buss, R. R., Stanley, W. B., Blanchardfields, F., Cho, J. Ryeul., & Druhan, B. (1989). Role of implicit and explicit processes in learning from examples: A synergistic effect. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition, 15*(6), 1083–1100.

Norman, E. (2010). "The Unconscious" in current psychology. *European Psychologist*, *15*(3), 193–201.

Norman, E., Price, M. C., & Duff, S. C. (2006). Fringe consciousness in sequence learning: The influence of individual differences. *Consciousness and Cognition, 15*(4), 723–760.

Norman, E., Price, M. C., Duff, S. C., & Mentzoni, R. A. (2007). Gradations of awareness in a modified sequence learning task. *Consciousness and Cognition, 16*(4), 809–837.

Reber, A. S. (1976). Implicit learning of artifical grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 6*(6), 855–863.Pothos, E. M. (2007). Theories of artificial grammar learning. *Psychological Bulletin, 133*(2), 227–244.

Price, M. C. (2002). Measuring the fringes of experience. *Psyche, 7*(7), 8–16.

Rünger, D. (2012). How sequence learning creates explicit knowledge: The role of response-stimulus interval. *Psychological Research, 76*(5), 579–590.

Rünger, D., & Frensch, P. A. (2008). How incidental sequence learning creates reportable knowledge: The role of unexpected events. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 34*(5), 1011–1026.

Rünger, D., & Frensch, P. A. (2010). Defining consciousness in the context of incidental sequence learning: Theoretical considerations and empirical implications. *Psychological Research PRPF, 74*(2), 121–137.

Sanchez, D. J., Yarnik, E. N., & Reber, P. J. (2015). Quantifying transfer after perceptual-motor sequence learning: How inflexible is implicit learning? *Psychological Research, 79*(2), 327–343.

Schwarb, H., & Schumacher, E. H. (2010). Implicit sequence learning is represented by stimulus—response rules. *Memory & Cognition, 38*(6), 677–688.

Tanaka, K., & Watanabe, K. (2014). Implicit transfer of reversed temporal structure in visuomotor sequence learning. *Cognitive Science, 38*(3), 565–579.

Tanaka, K., & Watanabe, K. (2015). Effects of learning duration on implicit transfer. *Experimental Brain Research, 233*(10), 2767–2776.

Weiermann, B. Cock, J., & Meier, B. (2010). What matters in implicit task sequence learning: Perceptual stimulus features, task sets, or correlated streams of information?. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition, 36*(6), 1492–1509.

Zhang, R. L., Liu, D. Z. (2014). The development of graded consciousness in artificial grammar learning. *Acta Psychologica Sinica, 46*(11), 1649–1660.

[张润来, 刘电芝. (2014). 人工语法学习中意识加工的渐进发展. *心理学报, 46*(11), 1649–1660.]

Zhang, J. X., Wu, Y., Chen, X. Y., & Liu, D. Z. (2014). Probabilistic implict sequence learning differences between individuals with high vs. low openness /feeling. *Acta Psychologica Sinica*, *46*(12), 1793–1804.

[张剑心, 武燕, 陈心韵, 刘电芝. (2014). 高低情感开放性者概率内隐序列学习进程差异. *心理学报*, *46*(12), 1793–1804.]

Is implicit knowledge abstract? Evidence from implicit sequence learning transfer

DAI Hui[1]; ZHU Chuanlin[2]; LIU Dianzhi[2]

([1] *Student Affairs Office, Nanjing Tech University, Nanjing* 210000, *China*)

([2] *School of Education, Soochow University, Suzhou* 215000, *China*)

Abstract

Studies have shown that whether implicit knowledge is abstract is still under dispute, and transfer is an effective way to test this. The present study was designed to investigate transfer of implicit sequence knowledge under five different RSI conditions, to explore the status of consciousness underlying transfer, and then to prove the abstractness of implicit knowledge.

Ninety volunteers (college students) were randomly assigned to five experimental groups. Twelve randomly selected college students were assigned to the control group. A classic implicit sequence learning task was adopted. Participants were required to press a key corresponding to the spatial location of the dark dot as quickly and accurately as possible. Each experimental group completed this task under one of five RSI conditions (0 ms, 250 ms, 500 ms, 750 ms, and 1000 ms). The task included a training and a transfer phase. In both phases, the spatial location arrangement for the sequence of dots followed the second-order conditional rule, but differed slightly. The control group did not undergo the training phase and were tested directly during the transfer phase, with the procedure being similar to that of its matched experimental group. Pure and novelty-influenced learning magnitude, two different indexes of implicit learning magnitude, were adopted. Similarly, two different indexes of implicit transfer magnitude, pure and novelty-influenced, were adopted.

The results showed: (1) By using a transfer design changed first-order structure, we found that the migration occurs with the increase of RSI, which proves that the implicit knowledge is abstract. (2) Implicit sequence learning is a necessary condition for migration learning. The novelty stimulus promotes implicit learning and transfer, and the effect is more obvious when RSI is small. (3) Moreover, in this study, a special type of fringe consciousness was found (RSI = 500 ms, 750 ms, 1000 ms), in which people can transfer knowledge that has cognitive flexibility and availability, but they cannot orally report the specific rules.

By using a transfer design changed first-order structure, this study proves that implicit knowledge is abstract under the fringe consciousness. Additionally, the effects of RSI、implicit sequence learning, and stimulus novelty on implicit learning and transfer were proved. This study provides abundant first-hand information to the field of implicit learning.

Key words implicit knowledge; implicit sequence learning; transfer; RSI; fringe consciousness